

Sismicidad en la Cuenca del Valle de México

Jesús Figueroa A *

RESUMEN

Se relacionan las características de la sismicidad en la Cuenca del Valle de México con las desfavorables condiciones de la geología regional. Los datos estadísticos que se presentan muestran la gran importancia del problema frente al desarrollo demográfico, urbanístico e industrial en la Cuenca. Se proponen medidas para estimular estos estudios y conseguir una mejor determinación de las zonas "críticas" de actividad.

ABSTRACT

The seismic characteristics of the Basin of the Valley of Mexico are related to unfavorable geological regional conditions.

Enclosed statistical data show the great importance of the problem considering the demographic, urbanistic and industrial development in the Basin.

Several means are proposed in order to encourage these studies and to get better determinations of critical active zones.

1. INTRODUCCION

Las principales características de la sismicidad en la Cuenca del Valle de México, que se consideran como consecuencia de las desfavorables propiedades del terreno, particularmente en las zonas bajas y de transición, son las siguientes:

1. Agitación microsísmica muy amplia
2. Temblores locales frecuentes
3. Relaciones de daños inesperados como efecto de macrosismos mexicanos distantes

2. CONDICIONES GEOLOGICAS

Al considerar estas tres características de la sismicidad regional relacionadas con las del subsuelo, se tuvo presente que la Cuenca del Valle de México se formó, y aún continúa, bajo la acción de un extraordinario vulcanismo de grandes esfuerzos tectónicos y de procesos hidrológicos, climáticos, etc., que se han venido sucediendo desde edades geológicas hasta el presente, y que en acción conjunta originaron fracturas, fallas, montañas, volcanes, erupciones y barreras que, al cerrar los drenes naturales del Valle, provocaron inundaciones y acumulación de arcillas lacustres, y otros materiales de variada composición, diferentes espesores y propiedades mecánicas, determinando así que la compactación y estratigrafía regional sean también diferenciales y erráticas, y que por lo mismo ocurran hundimientos, levantamientos, tensiones, esfuerzos, etc.

*Profesor investigador, Facultad de Ingeniería, UNAM

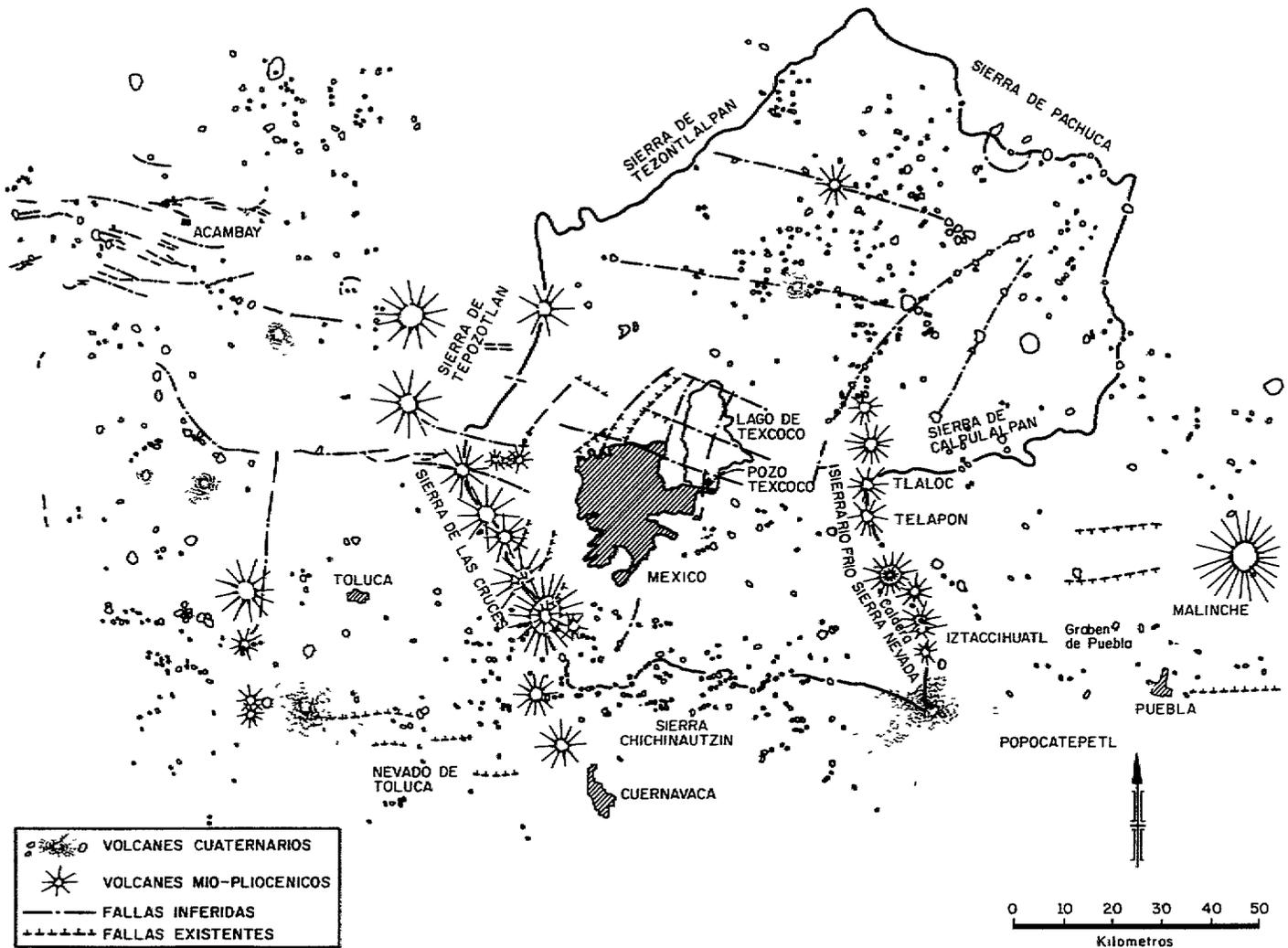


Fig 1 Tectónica de la cuenca de México y zonas vecinas (según Mooser, 1968)

Además de estas condiciones geológicas regionales descritas ampliamente en las refs 1 a 4, para citar solo algunas de las más recientes, existe la circunstancia de que la situación geográfica de la Cuenca del Valle de México corresponde a la porción central del Eje Volcánico Trasmexicano y que su territorio se encuentra en esta parte, bajo la influencia de las fallas Zacamboxo y Clarión, cuyas trayectorias del Océano Pacífico al Golfo de México se aproximan en esta región pasando muy cerca al norte y al sur, respectivamente

"Sismológicamente", la trayectoria de ambas fallas se ha trazado confiando en el esmerado y repetido análisis de los sismogramas, y por la observación directa de efectos en el terreno, correspondientes a importantes macrosismos acompañados de movimientos premonitores y de muchas repeticiones, que se han originado a lo largo de las mencionadas trayectorias durante más de 50 años de registro instrumental.

Además, las numerosas fallas o fracturas que localmente existen dentro del área y en las vecindades de la Cuenca, son inherentes a la actividad sísmica regional, lo cual significa la inclusión de lugares como Chalco y Texcoco, y además, lo que incrementa su importancia, el espacio ocupado por la ciudad de México.

Algunas de estas fallas han podido ser localizadas y aun medidas en su extensión, generalmente corta. A otras, es difícil precisarles la posición, al haber quedado ocultas por las sucesivas erupciones volcánicas que tuvieron lugar en la Cuenca desde el Terciario inferior, y por la acumulación, principalmente en la porción central, de depósitos aluviales y lacustres del Cuaternario. Sin embargo, se han localizado estas fallas (fig 1, tomada de la ref 3) por el alineamiento de conos volcánicos y por expresiones morfológicas de distintas unidades geológicas

De la ref 3 se reproduce la lista siguiente:

Falla	Desplazamiento, en m
Dos Ríos	200
Acopilco	150
Contreras	200
Ajusco	150
Mirador	200
Cuautepec W	200
Cuautepec E	200
Guadalupe E	?
Texcoco W	150
Texcoco E	?
Huixte	150

A esta lista, por haberse identificado oportunamente al ocurrir movimientos fuertes, se agrega:

Falla próxima a la presa de Mixcoac, 31 temblores de julio de 1950 y 9 temblores de septiembre de 1956, cuyas coordenadas fueron: 19° 21' 40" N y 99° 13' 15" O

Falla de Ayotuxco, Estado de México, medida en su extensión de 403 metros al ocurrir el enjambre de temblores de agosto de 1959 en la región correspondiente a 19° 24' 23" N y 99° 22' 30" O.

Al concluir este tema, conviene manifestar que la gran inestabilidad en la Cuenca del Valle de México, revelada en forma constante, tiene demostraciones de efectos graves y espectaculares en la capital de la República, como se observan en la iglesia de San Juan Bautista en Coyoacán, en Palacio Nacional y Catedral Metropolitana, y en la Basílica de Guadalupe, para citar solo algunos ejemplos

La extraordinaria movilidad cortical que se observa en la Cuenca obedece no solo a las causas expuestas, sino a otras, entre las que se cita, por su importancia, la provocada en suelos tan compresibles por el incesante desarrollo urbanístico, demográfico e industrial del Distrito Federal, con su creciente concentración humana que crea problemas como los de agua, habitación, tránsito y drenaje; este último gravemente incrementado por el hundimiento, que ha impuesto la necesidad de recurrir al bombeo.

2.1 Sismicidad. Agitación microsísmica

Las gráficas obtenidas en el sismógrafo Wiechert de registro mecánico, masa 17 000 kg, periodo 1.5 seg, amplificación máxima 2 000 veces, instalado en terreno firme en Tacubaya, muestran que la agitación microsísmica es continua y de notable amplitud en razón directa con el tránsito en la ciudad de México, e influida por fenómenos meteorológicos, hasta el punto de variar apreciablemente cuando los huracanes tocan las costas mexicanas del Pacífico o del Golfo, en este caso, desde el momento en que actúan sobre la Península de Yucatán.

De la ref 5 se reproducen los siguientes datos obtenidos en el año de 1960

AGITACION MICROSISMICA NORMAL

Estación	Componente	Amplitud media	Periodo
Tacubaya	Horizontal	0.38 mm	3.9 seg
	Vertical	0.32 mm	3.7 seg

AGITACION LOCAL QUE VARIA CON LA ACTIVIDAD URBANA

Horas	2 h	6 h	10 h	14 h	18 h	22 h
Amplitud en mm	0.41	0.74	0.90	1.7	0.84	0.67
Periodo en seg	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42

La agitación microsísmica limitó considerablemente los valores de amplificación con que es posible operar los sismógrafos electromagnéticos de inscripción en papel fotográfico de la estación UNAM del sistema "Vela", instalada en un local subterráneo que fue construido ex profeso a 22 m de profundidad, perforando roca volcánica en terrenos de Ciudad Universitaria, Distrito Federal

Esta agitación microsísmica es todavía más amplia en las zonas bajas de la capital, donde predominan terrenos blandos, que en los sitios de operación de las estaciones sismográficas de Tacubaya y Ciudad Universitaria. Por lo tanto, no es raro que en los lugares indicados de gran inestabilidad cortical, todo se mantenga en excitación constante, y que, en consecuencia, la energía sísmica encuentre menor atenuación al propagarse

2.2 Sismicidad. Temblores locales

En la Cuenca, especialmente en determinadas zonas de la ciudad de México, debido a los acomodamientos del suelo se originan temblores locales que en los últimos cinco años (fig 2) han llegado a 1900, en promedio anual. La energía liberada por estos temblores locales, de 1909 a 1968, se estima en un valor de $10^{17.5}$ ergs. Estos movimientos se caracterizan por un periodo corto, que por lo general no excede de 0.5 seg, inscribiéndose en la mayoría de las veces, independientemente de su intensidad, en sismógrafos cuyo periodo propio y amplificación quedan dentro de los indicados para el Wiechert de 17 000 kg, instalado en Tacubaya

La duración de las inscripciones pocas veces es superior a 5 seg. El radio de perceptibilidad eventualmente alcanza lugares aleja-

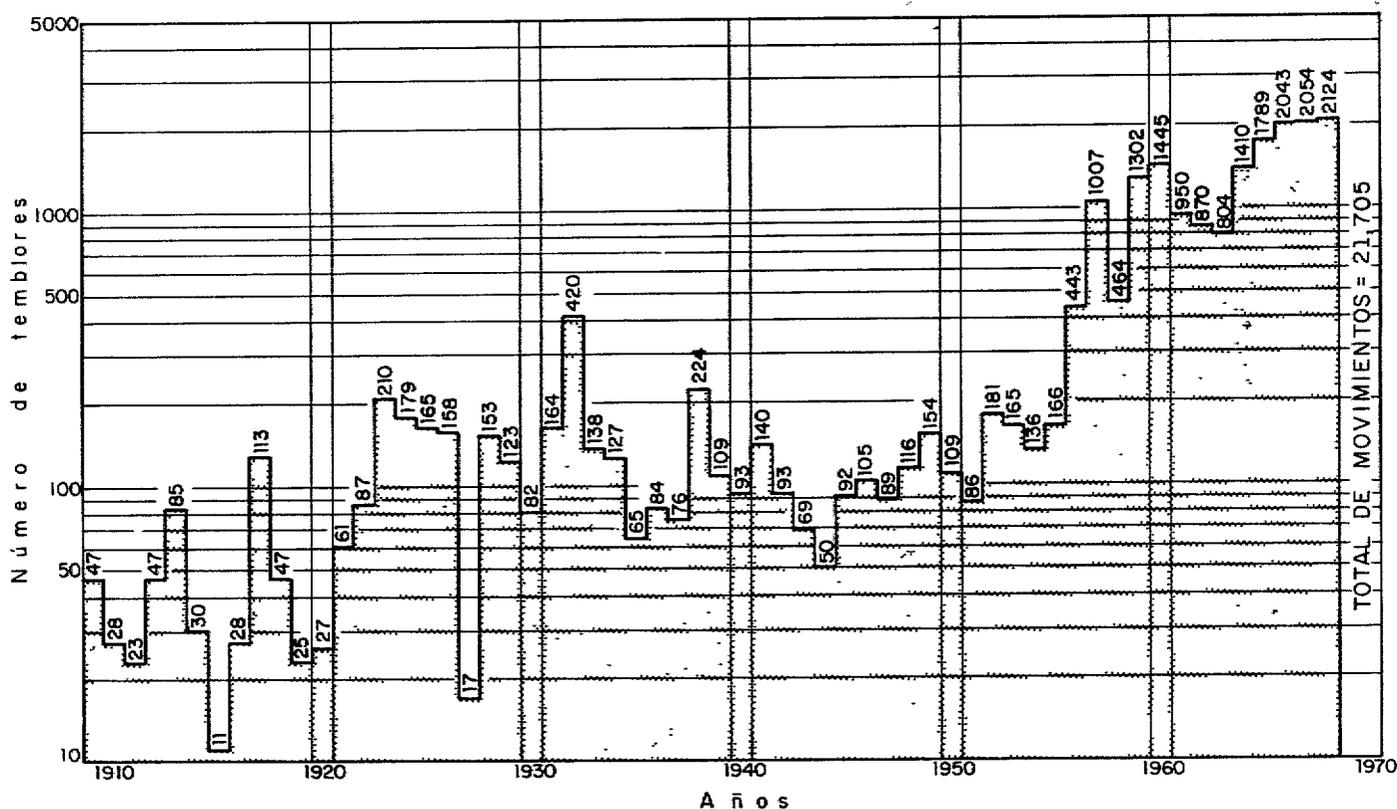


Fig. 2. Frecuencia sísmica anual en la Cuenca del Valle de México 1909 a 1968

dos del sitio en que se originan, donde, aunque sean fuertes los sismos, son también de corta duración, casi instantáneos, causando muchas veces alarma a las personas y a los animales domésticos, y ocasionalmente daños materiales, como se indica en la columna A del Apéndice 1. La superficialidad del foco se hace patente por las características ya indicadas para estos movimientos, que según se ha observado no es extraño que ocurran en enjambres durante varios días e indistintamente en cualquiera de las zonas que señala la fig 3, respecto a la cual debe decirse que esta localización de epicentros es incierta a pesar de haberse hecho cuidadosamente con base en informes confirmados, observaciones personales directas de efectos en los sitios de máxima intensidad, análisis de los sismogramas confiables, pero obtenidos casi siempre en un aparato de una sola estación. Por lo ya expuesto, y por la importancia que tiene para la capital, se insiste una vez más en manifestar la conveniencia de que en tres lugares estratégicamente seleccionados dentro de la Cuenca, se instale un sismógrafo vertical electromagnético de registro visible en papel ahumado, con sistema inscriptor de velocidad controlada y registro de marcas de tiempo exacto. Estos aparatos, por sus características podrían construirse en México a un precio más bajo que el de importación, y ayudarían a resolver la incógnita de los lugares sísmicamente críticos en el D. F., y permitirían localizar inmediatamente el epicentro de macrosismos ocurridos en cualquiera de las otras zonas activas del país o del extranjero

2.3 Frecuencia

La frecuencia sísmica anual de temblores domésticos, con distancias epicentrales hasta de 100 km, se muestra en la fig 1 donde se observa que el número total llegó a 21 705, siendo en su mayoría registros para distancias menores de 25 km de Tacubaya.

La actividad local en los últimos diez años, según la curva de la gráfica indicada, llegó a los valores siguientes:

AÑO	MOVIMIENTOS
1959	1 302
1960	1 445
1961	950
1962	870
1963	804
1964	1 410
1965	1 789
1966	2 043
1967	2 054
1968	2 124

2.4 Sismicidad. Relaciones de daños inesperados como efecto de macrosismos distantes.

Las altas intensidades con que se han manifestado en la Cuenca macrosismos originados a distancias en que la energía sísmica llega normalmente atenuada, constituye otra característica, no menos importante que las ya señaladas respecto a la sismicidad regional

En el Apéndice 2 aparecen 37 de los 42 macrosismos a los que se les han trazado sus respectivos isosistas en el Instituto de Ingeniería, comprobándose la susceptibilidad local del terreno ante el efecto sísmico, porque la Cuenca, aunque en la mayoría de estos mapas de isosistas queda situada en la porción abarcada por la mínima intensidad III (escala de Mercalli modificada, 1931), acusa relaciones de daños correspondientes a grados superiores, en ciertos casos comparables a los predominantes en el área macrosísmica, como ocurrió el 7 de junio de 1911 en que fue destruida Ciudad Guzmán, Jal, por un terremoto de magnitud 8 (escala Richter), con profundidad focal

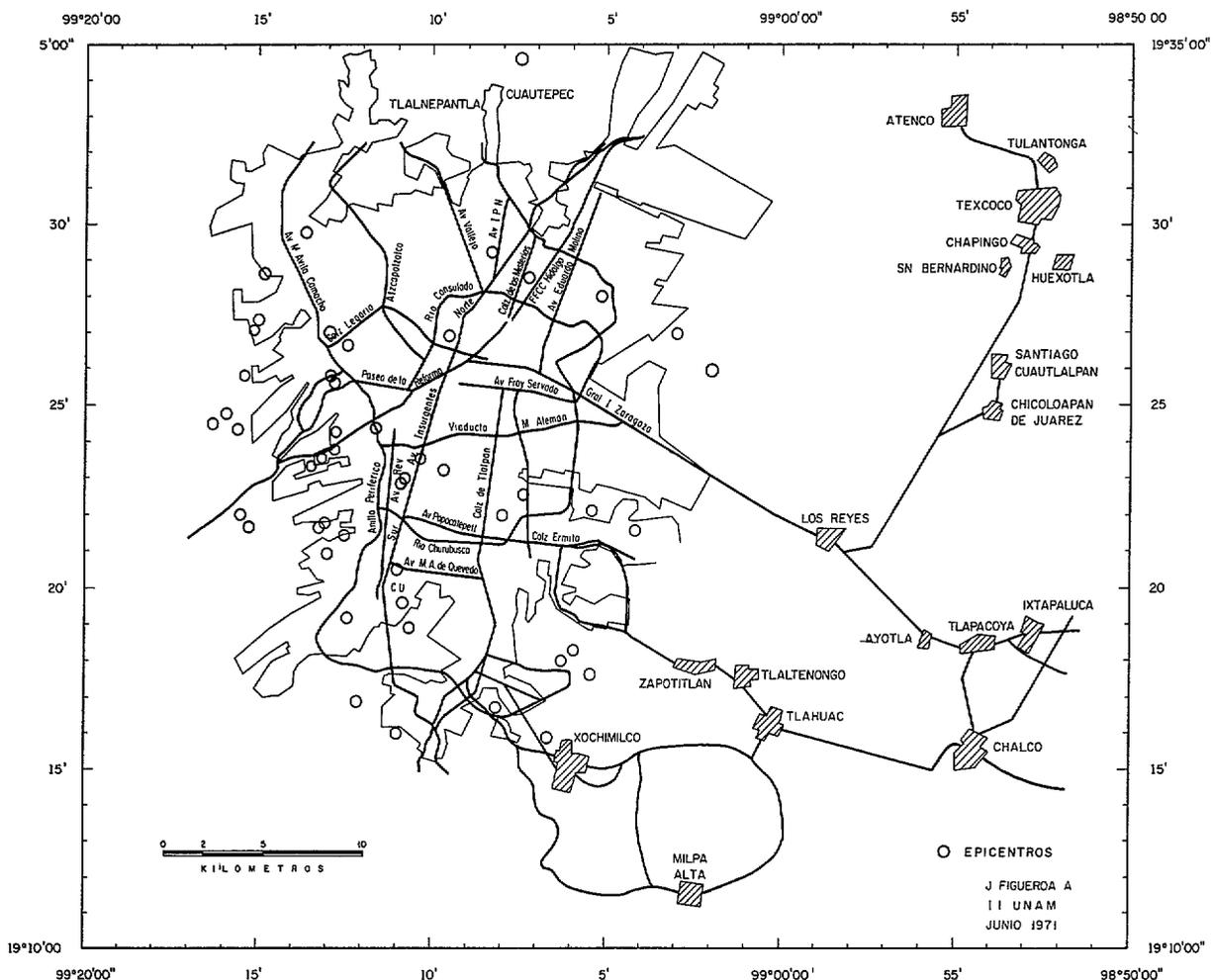
de 100 km y distancia epicentral de 474 km de Tacubaya. A consecuencia del fenómeno, en México, D F, murieron 45 personas, 22 resultaron heridas, y además de daños considerables en muchos edificios, por la fuerza de las ondas sísmicas se levantaron los rieles del tranvía "Aztecas" y se flexionaron las vías del ferrocarril "Central" (ref 6)

Otro ejemplo ilustrativo lo constituye el macrosismo destructor de magnitud 7.5 en Isla María Madre, con distancia epicentral de 820 km de Tacubaya, ocurrido el 4 de diciembre de 1948, que en el Distrito Federal llegó al grado V, mientras en lugares más próximos al origen se sintió con mucha menor intensidad (ref 7)

El macrosismo destructor de magnitud 7 en Bavispe, Son, ocurrido el 3 de mayo de 1887, a pesar de su distancia epicentral de 1588 km al NO de Tacubaya, por informes de la época se sabe que se sintió en la ciudad de México (ref 8)

En la columna B del Apéndice 1 se mencionan muchos otros macrosismos que se sintieron en la Cuenca con intensidades

Fig 3 Epicentros de temblores en la Cuenca de México



elevadas, a pesar de sus distancias epicentrales o de sus manifestaciones menores en lugares más cercanos a su origen

Es importante hacer hincapié en la siguiente observación con respecto a las intensidades asignadas en la Cuenca del Valle de México:

1 Las relaciones de daños mayores correspondieron a las zonas bajas o de transición abarcadas por la ciudad de México.

2. Se comprobó, en varios casos, que las intensidades son más altas en estas zonas cuando las ondas S o L, medidas en el sismograma del gran Wiechert, tienen un periodo de 1 seg o más. Cuando tal periodo disminuye, aunque la distancia epicentral sea menos larga, la intensidad se reduce (ref 5), como en el caso de los macrosismos de 19 de noviembre de 1912 y 3 de enero de 1920, ambos de magnitud 7.8, y a 117 y 235 km de Tacubaya, que alcanzaron intensidades del V y IV grados, respectivamente. Así también, para citar otro ejemplo, el macrosismo del 16 de abril de 1928, de magnitud 7.7, distancia 287 km, solo llegó al V grado en el Distrito Federal.

3 Por otra parte, no es extraño que sean más ampliamente sentidos en las zonas altas los macrosismos originados fuera de la Cuenca cuyas ondas transversales tengan periodos abajo de 1 seg.

2.5 Intensidades

Las intensidades (escala Mercalli modificada, 1931) asignadas a 764 sismos locales que figuran en las columnas A, Apéndice 1, a partir del 3 de febrero de 1912, y las intensidades correspondientes a la Cuenca, particularmente en la ciudad de México, que aparecen en las columnas B del propio apéndice, de 1460 a 1970, se resumen en la tabla 1; conviene agregar que según la distribución de máximas intensidades sísmicas en la República Mexicana (ref 9), los macrosismos del 25 de agosto de 1611, y especialmente el de 7 de abril de 1845, que causó gran destrucción en Xochimilco y Tlalpan, alcanzaron el grado X en el Distrito Federal

3. INSTRUMENTACION SISMICA

3.1 Instalaciones privadas

Algunas personas e instituciones han instalado aparatos para el registro de macrosismos en la ciudad de México. De estas instalaciones, las mejor atendidas y cuyos datos han sido publicados, son las que existen en el edificio de la Latinoamericana, esquina San Juan de Letrán y Madero, que constan de un

TABLA 1 RESUMEN Y CLASIFICACION DE MOVIMIENTOS SENTIDOS EN LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO.

A: LOCALIZADOS EN LA CUENCA
B: FUERA DE LA CUENCA

Período en años	1460-1899 440		1900-1949 50		1950-1959 10		1960-1970 11		Suma		Total	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B		
III		2	158	172	268	76	198	27	624	277	901	
IV		5	52	36	25	33	29	13	106	87	193	
V		15	7	22	5	10	13	4	25	51	76	
VI		40	6	15	2	1	1	7	9	63	72	
VII		40	0	4	0	1	0	0	0	45	45	
VIII		10	0	1	0	0	0	0	0	11	11	
IX		2	0	0	0	0	0	0	0	2	2	
			114	223	250	300	121	241	51	764	536	1300

acelerógrafo en el sótano, deformómetros en la planta baja y en los pisos 25 y 39, además, un sismógrafo mecánico de dos componentes horizontales y baja amplificación en el piso 4

Otras instalaciones privadas se han descontinuado

3.2 Instalaciones universitarias

Realmente, el registro de agitación microsísmica, temblores locales y macrosismos causantes de efectos importantes en la Cuenca del Valle de México, ha estado a cargo principalmente de los Institutos de Geofísica e Ingeniería de la UNAM

3.2.1 Geofísica

La estación UNAM de registro electromagnético operó, en forma intermitente, de junio de 1967 a octubre de 1970 en Ciudad Universitaria

La estación de Tacubaya, desde 1910 trabaja con sismógrafos de registro mecánico e inscripción en papel ahumado. Son tres aparatos de componentes horizontales y un sismógrafo vertical

De estos instrumentos, el Wiechert de 17 ton, ya mencionado en otra parte de este informe, es el que ha aportado la mayor información de la Cuenca

3.2.2 Ingeniería

A partir de 1961, el Instituto ha instalado y mantenido acelerógrafos y sismoscopios para el registro de movimientos fuertes en la República, teniendo a su cargo también el análisis de las gráficas, y el procesamiento y publicación de los datos respectivos

En lo que se refiere a la Cuenca del Valle de México, originalmente se instalaron acelerógrafos en la Alameda Central y campos de la Ciudad Universitaria

A la fecha operan ocho acelerógrafos y tres sismoscopios en diferentes instalaciones y suelos en el Distrito Federal, distribuidos en la siguiente forma

Nonoalco Tlatelolco:

Edificio Manuel González	1	acelerógrafo en el sótano
	1	" " " exterior
Edificio Atizapán	1	" " " sótano
	1	" " " exterior

Instalaciones Olímpicas:

Alberca	1	"	y 1 sismoscopio
Palacio de los Deportes	1	"	y 1 sismoscopio

Ciudad Universitaria:

Laboratorio de instrumentación 2 acelerógrafos y 1 sismoscopio

4. CONCLUSIONES

Las instalaciones, instrumentación y puntos de observación disponibles hasta la fecha, resultan totalmente insuficientes para el adecuado estudio del problema sísmico en la Cuenca del Valle de México, donde, entre otras causas, las características de la geología regional y el incesante desarrollo de la ya gigantesca concentración humana, propicia no solo la gran amplitud de la constante movilidad del suelo y la generación de sismos locales, sino que al aumentarse las construcciones en general se incrementan las relaciones de daños, máxime si no se observan debidamente los reglamentos respectivos, tomando muy en cuenta, al diseñar y construir, las condiciones locales del suelo y los riesgos debidos a temblor y vientos fuertes.

5. RECOMENDACIONES

Por lo anterior, y para impulsar el estudio de un problema tan ligado al incontenible progreso de México, se recomienda A QUIEN CORRESPONDA, que en lo relativo a instrumentos, se exija su instalación como lo ordenan los artículos 284 y 291 del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, publicado el 9 de febrero de 1966, pero que por mandato oficial se designe qué institución, y a qué cargo deben mantenerse los instrumentos, procesarse y publicarse los datos; de lo contrario, los citados artículos, salvo rarísima excepción, serán inútiles y seguirán sin cumplirse como hasta la fecha.

Finalmente, para enfatizar la importancia que debe darse a estos estudios, se transcribe lo que al respecto dice, en la pag 163, un informe preliminar del temblor destructor de magnitud 6.6 del 9 de febrero de 1971, en San Fernando, California, publicado conjuntamente por el *U.S. Geological Survey* y la *National Oceanic and Atmospheric Administration*:

"Más de 250 acelerógrafos para movimientos fuertes fueron activados en el sur de California por el temblor de 9 de febrero de 1971. Más de 200 de estos están localizados en el área de Los Angeles, como una consecuencia preliminar directa de la inclusión en los reglamentos de edificación de Los Angeles y ciudades vecinas, de la sección sismógrafos, requiriendo la instalación de tres acelerógrafos en edificios de seis pisos y más altos. Además, aproximadamente 120 registros de sismoscopios fueron obtenidos dentro del área más fuertemente sacudida; estos están casi igualmente divididos entre aquellos localizados en lugares de presas y los localizados en diferentes formaciones geológicas

La mayor parte de estos instrumentos para movimientos fuertes son de propiedad privada, pero están mantenidos por The Seismological Field Survey unit of NOAA's National Ocean Survey, como parte de una red cooperativa de trabajo "

6. RECONOCIMIENTO

El autor manifiesta su agradecimiento a Enrique del Valle, por su revisión crítica.

Los datos estadísticos se tomaron de boletines e informes del Servicio Sismológico del Instituto de Geofísica, UNAM y de publicaciones del Instituto de Ingeniería.

7. REFERENCIAS

1. R. J. Marsal y M. Mazari, "El subsuelo de la ciudad de México", Vols 1 y 2, 2a ed., UNAM, México, D. F. (1969)
2. F. Mooser, "Informe sobre la geología de la cuenca del Valle de México y zonas colindantes", SRH, México, D. F. (1961)
3. F. Mooser, "Condiciones geológicas acerca del pozo Texcoco PP1", Proyecto Texcoco, V Reunión Nacional de Mecánica de Suelos, México, D. F. (1970)
4. D. Reséndiz, G. Springali, J. Rodríguez y R. Esquivel, "Información reciente sobre las características del subsuelo y la práctica de la ingeniería de cimentaciones en la ciudad de México", UNAM, México, D. F. (1970)
5. J. Figueroa A., "Some Considerations About the Effect of Mexican Earthquakes", *Procs., II World Conference on Earthquake Engineering*, Tokio (1960), pp 1553-1561
6. M. Miranda y Marrón, "El temblor de tierra del 7 de junio de 1911", *Sociedad Alzate*, Tomo 30, México, D. F. (1912), pp 1127-1166
7. J. Figueroa A., "Informe del macrosismo del 4 de diciembre de 1948", *Instituto de Geofísica, UNAM*, México, D. F. (feb 1949)
8. G. Aguilera J., "Estudio de los fenómenos sísmicos de mayo de 1887", *Anales del Ministerio de Fomento*, Vol. 10 (1888)
9. J. Figueroa A., "Distribution of Maximum Seismic Intensities in México", Mexican National Report on Seismology and Physics of the Earth's interior, XIV General Assembly of the I.U.G.G., Zurich, Sep 26-oct 7, 1967, *Anales del Instituto de Geofísica, UNAM*, Vol. 12, México, D. F. (1967)

APENDICE 1.

Relación de macrosismos originados en la Cuenca del Valle de México (A) y en otras zonas de la República (B) cuyas intensidades corresponden al Distrito Federal, de 1460 a 1970

Grado según la escala de Mercalli modificada 1931										Observaciones
Fecha	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX			
	A B	A B	A B	A B	A B	A B	A B	A B		
1460					1					
1462					1					
1469					1					
1474						1				
1475					1					
1480					1					
1489					1					
1495					1					
1496						1				
1507					1					
1512					1					
1513						1				
1537					1					
1538						1				
1539					1					
1542 03 17						1				
1611 02 11					1					
1611 06 10					1					
1611 08 25						1		Considerado como uno de los más fuertes en América		
1619 02 13					1					
1655 11 25			1							
1663 02 05			1					17 repeticiones en cinco días		
1665 12 30				1						
1667 07 30				1						
1668 02 11					1			Larga duración		
1669 07 23					1			Violento		
1678 05 01				1						
1681 03 19				1						
1681 06 23					3					
1682 03 19					1			Destructor en Oaxaca y daños en México D F		
1682 05 17				1						
1685 09 14				1						
1685 09 15				1						
1692 06 08					1					
1695 08 24					1			Fuerte en Puebla y Tlaxcala		
1695 08 25				1						
1696 08 23					1					
1697 02 25						1		Destructor en Acapulco		
1697 02 25						1		Repetición		
1698 09 03				1						
1701 12 21				1				Daños en Oaxaca		
1703 11 24					1			3 muertos en el D F		
1711 08 16						1		En Colima y Guadalajara 5 muertos Destructor en Puebla sentido en Oaxaca y Veracruz		
1721 11 26			1							
1727 03 10				1						
1731 11 07				1						
1731 11 15				1				Un muerto		
1735 03					1			Muy fuerte en Tlalpujahua		
1735 05 04				1						
1735 05 30					1			Un muerto y varios heridos en México D F al caer una casa vieja		
1735 05 31	1									
1739 06 25			1							
1739 26 26				1				Fuerte en Colima y Guadalajara		
1740 08 25				1				Destructor en Oaxaca		
1748 03 23				1						
1749				1				Destructor en Jalisco y Colima		
1750				1				Destructor en Jalisco y Colima		
1753 06 29				1				Destructor y tsunami en Acapulco derrumbes en Mochitlán		
1753 06 30			1							
1753 07 01				1						
1753 07 21				1						
1753 07 21	1									
1754 03 29					1			Tsunami en Acapulco 11 muertos		
1704 08 30				1						
1754 09 01				1				Daños y tsunami en Acapulco		
1754 09 01			3							
1771 03 10					1			Muy fuerte en Guadalajara y Colima Sentido en Michoacán y Guerrero		
1776 04 21					3			Fuertes en Guerrero Morelos y Oaxaca 8 repeticiones		
1776 04 26					1					

Grado según la escala de Mercalli modificada 1931										Observaciones
Fecha	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX			
	A B	A B	A B	A B	A B	A B	A B	A B		
1784 03 28					1					Tsunami en Acapulco Subio el mar 12 pies
1787 03 28					1					Tsunami en Acapulco Muchos muertos y heridos
1789 07 06					1					Fuerte en Celaya
1795 05 23					1					Destructor en Oaxaca
1800 03 08					1					Grietas y daños en cañerías y arquerías en Chapultepec
1801 10 05							1			Derrumbes en los cerros en Oaxaca murieron 7 personas heridos 80 brotaron manantiales
1806 03 25							1			Dos mil muertos numerosos heridos en Zapotlán el Grande de daños en Guadalajara abarco gran extensión de México
1815 05 03				1						
1818 05 31						1				Daños en Zapotlán el Grande Guadalajara Colima gran extensión
1820 05 04						1				Daños en un acueducto y edificios en México D F destructor y tsunami en Acapulco derrumbes en Mochitlán
1833 12 04					1					Muchas repeticiones
1837 11 22							1			Daños en arquerías y edificios en el D F
1845 03 03					1					
1845 03 09							1			Grandes daños en Xochimilco y Tlalpan
1845 04 07								1		Destructor en Petatlán Gro y en el D F especialmente en Tlalpan Gran destrucción en Xochimilco
1847 06 19								1		
1848 05 31					1					Daños en Guadalajara
1852 12 04					1					
1854 05 05					1					
1855 02 01							1			
1857 08 19					1					
1858 06 19								1		Destructor en Patzcuaro Zamora Morelia Texcoco daños y grietas en el terreno y aumento de agua en pozos en la ciudad de México
1864 10 03								1		Puebla Aculcingo Tehuacan Santa Ana y Oaxaca dañados 20 muertos
1866 01 02					1					Daños en Tehuacan y Orizaba
1868 05 22						1				
1868 08 12						1				Tsunami en Acapulco
1870 05 11								1		Daños considerables en poblaciones de Oaxaca incluyendo Pochutla y Puerto Angel 27 personas muertas
1870 05 27								1		
1872 03 27								1		Destructor en Oaxaca En esta fecha hizo erupción el volcán de Colima
1873 01 03				1						
1874 03 16				1						
1874 11 19				1						
1875 03 09					1					
1879 01 28					1					
1882 07 07								1		
1882 07 19									1	Destructor en varias poblaciones de los estados de Puebla Oaxaca y ciudad de México En total 7 muertos y 10 heridos
1887 05 29					1					
1887 06 24				1						
1894 11 02								1		
1896 08 04					1					
1897 06 05								1		
1899 01 24					1					

Fecha	Grado, según la escala de Mercalli modificada, 1931								Observaciones
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX		
	A B	A B	A B	A B	A B	A B	A B		
1900 01 19			1						Destructor en Colima. Brotaron manantiales en Jalisco. Derrumbes en Guadalajara
1902 01 16			1						Doq muertos, 2 heridos en Guerrero
1902 04 18				1					
1902 09 23		1							Destructor en el estado de Chiapas
1904 01 09			1						
1905 05 09		1							
1907 04 14				1					Destructor en San Marcos Ayutla. Daños en el D. F., 28 muertos y 120 heridos
1908 03 26				1					Destructor en Guerrero
1909 05 05			1						
1909 07 30					1				Daños en el D. F. Acapulco y otras poblaciones de Guerrero fueron afectadas
1909 07 31					1				Daños en Guerrero
1909 09 05				1					Daños en Ayutla Gro.
1909 09 23		1							
1909 10 31			1						Daños en Tecpan, Gro.
1910 05 12		1							
1910 05 31				1					Daños en Ayutla y San Marcos
1911 02 03				1					Daños en Petalcingo, Gro
1911 03 08		1							
1911 06 07							1		Destructor en Cd. Guzmán, Jalisco. Daños considerables en México D. F. donde se flexionaron vías férreas. 91 muertos, 301 heridos en total en las zonas afectadas
1911 08 27		1							Daños en Oaxaca
1911 12 16				1					Daños en Acapulco
1912 01 31			1						
1912 02 03	3								Como explosiones
1912 05 08			1						Daños en Guadalajara
1912 11 19				1					Destructor en Acambay Tixmadeje Méx. Falla de Acambay
1913 06 14	1								
1913 10 27	1								
1914 03 08	1								
1914 03 24	1								
1914 08 08	1								
1918 06 28	1								
1919 04 17	1								
1919 04 18	1								
1920 01 03			1						Destructor Patlanala y Chilchotla, Pue. Cosautlán, Ver Falla de Oxochocan
1920 04 19				1					Fuerte en Puebla y Veracruz
1921 02 04		1							
1921 02 04	1								Muy rapido
1921 11 01				1					
1922 09 19			1						
1922 12 01			1						
1922 12 03		1							
1923 02 07		1							
1923 02 08		1							
1924 04 21		1							
1925 02 01		1							
1925 07 07	1								
1925 08 08			1						
1925 11 16				1					Muy fuerte en las costas del Pacifico
1925 12 27		1							
1927 01 18		1							
1927 04 27		1							
1927 05 09		1							Destructor en Chiapas
1928 01 01		1							
1928 01 06		1							
1928 01 25		1							
1928 02 09					1				Daños en Puebla y Morelos
1928 03 21					1				Destructor en Oaxaca
1928 04 13		1							
1928 04 16				1					Daños en Cuicatlán y Tomelín
1928 06 17			1		1				Destructor en Oaxaca
1928 08 04				1					Destructor en Oaxaca
1928 08 04		14		2					
1929 08 04		4							
1930 08 04		5							
1931 01 14					1				Destructor en Oaxaca
1931 01 14		4	1						

Fecha	Grado, según la escala de Mercalli modificada 1931								Observaciones
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX		
	A B	A B	A B	A B	A B	A B	A B		
1932 01 14			1				7		
1932 06 03				1					
1932 06 19									
1932 06 22						1			El tsunami provocado por este temblor invadió a Cuyutlán
1932 06 25				1					
1932 07 12			1						
1932 07 25				1					
1932 11 12			1						
1932 11 12		2	28	6	4				Incontable enjambre local con distancias hasta de 15 km se sintieron en México D.F. de mayo a noviembre con mayor frecuencia en junio de 1932
1933			3		1				
1933		12	1		1				
1934 01 28					1				Fuerte en Zitlicuaro Morelos y Tetecala
1934 05 02			1						Fuerte en Acapulco
1934 06 30			1						Fuerte en San Marcos
1934 07 16				1					Fuerte en Oaxaca Puebla y Veracruz
1934 12 24			1						
1935 02 20			1						
1935 06 29			1						Fuerte en Colima Guadalajara y Morelia
1935 09 11			1						
1935 09 24			1						
1935 12 14			1						Muy fuerte en Chiapas. Daños en Tuxtla Gutiérrez
1936 08 03			1						Sentido fuerte en Zongolica
1936 08 04			1						
1936 09 02			1						
1936 12 29			1						Sentido en Villa Obregón
1937 01 02			1						Fuerte en Manzanillo e Ixtlán
1937		6	3	2					
1937		7	2						Sentidos en Tacubaya
1937 07 26					1				Destructor en Esperanza, Puebla y Veracruz
1937 12 23					1				Destructor en Ometepac
1937 12 25				1					Destructor en Ometepac
1938 01 02						1			Destructor en Ometepac
1938 06 28				1					Daños en Teotitlan
1938		14	2						
1938		52	2						Sentidos en Villa Obregón, Tlalpan, Coyocacán y Xochimilco
1939		6							
1940		6							
1940		8	1						
1941		12							
1941 04 15						1			Destructor en Colima y Coalcomán Fuerte en Michoacán y Jalisco
1941		3							
1942		13							
1942 11 11				1					Intensidad VIII en Juchitán
1942 11 24				1					Intensidad VIII en Cacahuatapan y Ometepac
1942		15							
1943		4							
1943 02 20				1					Nacimiento del volcán Parícutín
1943			2						
1943 02 22						1			Destructor en Guerrero Daños en el D.F.
1943		5	4						

Grado según la escala de Mercalli modificada 1931									
Fecha	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Observaciones	
	A B	A B	A B	A B	A B	A B	A B	A B	
1943 05 11				1					
1944 01 10				1					Daños en Tecpan y Atoyac
1944		6							
1944		4							
1945		7							
1945		1	1						
1946		14	1						
1946		6	3	1					
1947		14	3						
1947		4	1						El del grado IV en Col Merced Gomez D F
1948		7	3						
1948 12 03				1					Destructor en Islas Marias Daños en México D F
1948		9	4						
1949		12	2						
1949		8							
1949 11 20			1						En Lomas de Chapultepec
1949 12 21			1						En Lomas de Chapultepec
1950		11							
1950 03 10			1						Muy fuerte en Actopan Hgo
1950 10 24			1						
1950 12 14				1					Intenso en el SE y centro de México
1950		31							Sentidos en Mixcoac y Tacubaya
1950 07 26				1					Sentido en Tacubaya
1950 12 23				1					Algunos daños materiales en Ixtapalapa
1951		3	4						
1951 06 18			1						Mixcoac
1951 08 13			1						Col del Valle Béstegui y Eugenia
1952		4	2						
1952 04 28				1					Explosión en una fábrica de pólvora en San Juan de Aragón No 151 Villa Gustavo Madero 150 heridos Daños materiales importantes
1952 06 29			2						Algunos daños en Tacubaya
1952		14							Repeticiones de los anteriores
1952 08 11		1							Parque Lira Tacubaya
1952 12 04			1						Explosión en un arsenal de bombas
				2					Explosiones seguidas en el mismo arsenal Pérdidas materiales importantes en el arsenal menores en las inmediaciones
1953		5	4						
1954		8	3						
1954 02 19			1						Fuerte en Uruapan
1954 05 13			1						Fuerte en San Carlos Yautepec
1955		8							
		2							
1956		5							
1956 01 08				1					Daños materiales y varios heridos en Acapulco
1956 02 02			1						
1956		5							
1956 02 06				1					Col Hipodromo San Miguel Chapultepec y Observatorio
1956 06 06				1					Repetición del anterior
1956 09 21		9							Localizados y sentidos muy fuertes en falla próxima a presa Mixcoac, D F
1956 10 24			1						Lomas de Chapultepec
1956 04 11			1						Destructor Istmo de Tehuantepec
1957		19	7	8					
1957 07 28					1				Destructor en Guerrero Con siderables daños en el D F, muertos y heridos principalmente en San Marcos
1957		2							
1958		11	6						
		4							

Grado según la escala de Mercalli modificada 1931									
Fecha	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Observaciones	
	A B	A B	A B	A B	A B	A B	A B	A B	
1958 03 03			1						Daños en varios edificios en solo una manzana en las calles de San Antonio Av Avila Camacho Carolina y Rodin Sentido en Tacubaya Col del Valle Mixcoac y San Pedro de los Pinos
1958 11 10			2						Col San Miguel Chapultepec
1958 11 18			2						Ciudad Universitaria Col del Valle Juarez y Sta María
1959		2							
1959 01 28			1						Col del Valle
1959 05 24					1				Destructor en el estado de Daxaca
									Fuerte en el centro y sureste de Mexico
1959 08 12					1				Daños y gran alarma en Santa Cruz Ayotuxco
1959 08 26				1					Destructor en Jáltipan Coat zacalcos y otras poblaciones de Veracruz 20 muertos y muchos heridos
1959			4						En Santa Cruz Ayotuxco
1959		31							Sentidos en Mixcoac San Pedro de los Pinos y Chapultepec
1959		178							Sentidos en Paseo de las Palmas Sierra Mojada y Av del Castillo D F Epicentro 19° 25' 31" N 99° 12' 56" W
1960		1	1						
1960 01 04			1						Daños en la casa No 365 de calle de Alpes Lomas de Chapultepec
1960 01 06			1						Casas cuarteadas en Contadero y Cuajimalpa
1960 06 27				3					Contadero Cuajimalpa Sta Fe alarma
1960 07 13				1					Fuerte region Istmo de Tehuantepec
1960 10 23				1					
1960 11 28				1					
1960		20							Sentidos en Mixcoac
1961 01 15		1							Region del bajo Rio Balsas
1961 03 25				1		1	1		Repetición del anterior Se inició fuerte actividad sísmica en Acapulco D F
1961 09 24				1					Chilpancingo
1961 12 02				1					
1961 12 10					1				Algunos daños y alarma en la Col Marte D F
1961		80	4	2					Los movimientos registrados instrumentalmente fueron numerosos y como los aquí consignados causaron alarma y daños
1962 05 11						1			Destructor en Acapulco y daños en el D F
1962 05 19						1			Igual que el anterior
1962 11 17				1					Sentidos en las partes bajas de la ciudad de México
1962 11 30						1			Fuerte en Guerrero
1962		1							
1963		4	2						En Ixtapalapa
1964 06 14			1						Daños ligeros en Ixtapalapa
1964 06 15			1						Daños ligeros en Ixtapalapa
1964 07 06						1			Destructor en Coyuca y Ciudad Altamirano Daños en el D F
1964 08 27			1						Sentido en el centro de la ciudad de México D F
1964		8							
1965 05 03			1						En San Angel y Ciudad Universitaria

Grado según la escala de Mercalli modificada, 1931										Observaciones					
Fecha	III		IV		V		VI		VII		VIII		IX		
	A	B	A	B	A	B	A	B	A		B	A	B	A	B
1965 08 23								3							Destructor en Oaxaca y daños en el D F
1965	16														En varios lugares del D F
1965			2												Uno fuerte en Acapulco
1965				5											
1965													2		Fuerzas en Acapulco Sentidos en Echeagaray D F.
1965	1		2		1										
1966	6	4													Lomas de Chapultepec Col Irrigacion Ciudad Unversitana Mixcoac
1966	1														
1966	1				1										
1966	2														
1967			6		2		1								El de grado V en el D F F. fuerte en Guerrero En San Angel En Ciudad Unversitana
1967			2												
1967			2												
1967	39														
1967				1											Col Las Aguilas Chapultepec-Hipodromo Ciudad Unversitana Col Las Aguilas Col Las Aguilas Tacubaya, D. F
1967				1											
1967				9											
1967						5									
1967						1									
1968			5												
1968 02 02								1							Destructor en Guerrero
1968 07 02								1							Fuerte en Acapulco y Chilpancingo Daños en Cuajmalpa
1968 08 02								1							Destructor en Pinotepa Nacional Oaxaca y D F
1968	3														Tacubaya D F Ciudad Unversitana Huipulco Lomas Sta Maria la Ribera Tlalpan
1968	2														
1968	2														
1968	3														
1968	1														
1968 07 03				1											
1968 07 10				1											
1969	2														
1970	1														
1970				5											
1971	1														

APENDICE 2.

Macrosismos cuyas isosistas muestran los grados de intensidad correspondiente a la Cuenca del Valle de México

Fecha			Magnitud según la escala Richter	Distancia en km Epicentro-Tacubaya	Grados según la escala de Mercalli modificada 1931
año	mes	día			
1845	04	07	7	329	IX
1858	06	19	7	322	VIII
1864	10	03	7	188	VII
1870	05	11	7	438	VII
1882	07	19	7.5	160	VIII
1897	06	05	7	511	VI
1902	01	16	7	200	V
1902	09	23	7.8	764	IV
1908	03	26	7.5	297	VI
1909	07	30	7.7	294	VII
1909	07	31	7	300	VI
1909	09	05	6.6	320	V
1909	10	31	7	329	V
1910	05	31	6.5	297	V
1911	02	03	7.25	320	V
1911	06	07	8	474	VIII
1911	08	27	6.7	452	IV
1911	12	16	7	303	V
1912	11	19	7.8	117	V
1920	01	03	7.8	235	IV
1928	02	09	7.7	230	VI
1928	03	21	7.5	504	VI
1928	04	16	7.7	287	V
1928	06	17	7.5	408	VI
1928	08	04	7.4	363	V
1941	04	15	7	452	VII
1956	11	09	6.3	560	IV
1957	07	28	7.5	336	VII
1959	05	24	6.8	287	VI
1959	08	26	6.5	526	IV
1962	05	11	6.7	300	VII
1962	05	19	6.5	231	VI
1962	11	30	5.5	231	IV
1964	07	06	6.5	224	VII
1965	08	23	7	395	VI
1965	12	09	6.8	328	V
1968	08	02	6.5	363	VI